

COMPORTAMIENTO EN CAUTIVERIO DE *RHINOCLEMMYS ANNULATA* (GEOEMYDIDAE) Y *CHELONOIDIS CARBONARIA* (TESTUDINIDAE)

Yan Luis Castillo Flor

Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.
Correo electrónico: yanluiscastillo@hotmail.com.co

Alan Giraldo

Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.
alan.giraldo@correounivalle.edu.co

Mario F. Garcés Restrepo

Universidad del Valle, Apartado Aéreo 25360, Cali, Colombia.
mariofgarces@gmail.com

Carlos A. Galvis-Rizo

Fundación Zoológica de Cali
carlosgalvis@zoologicodecali.com.co

RESUMEN

Las tortugas constituyen el grupo de vertebrados tetrápodos más amenazado de Colombia. Según la (UICN) más de la mitad de las especies en nuestro país poseen algún riesgo de desaparecer. Dos de estas especies, *Rhinoclemmys annulata* y *Chelonoidis carbonaria* están catalogadas como especies amenazadas, siendo necesario incrementar el conocimiento disponible sobre su historia natural, incluido los patrones de comportamiento para generar estrategias de conservación que puedan reducir la vulnerabilidad de estas especies. En este trabajo se presenta los resultados del análisis del comportamiento diario de *R. annulata* y *C. carbonaria* a partir de la construcción de un etograma base de referencia para cada especie. El trabajo de seguimiento se realizó en condiciones de cautiverio en el Parque Zoológico de la Ciudad de Cali, utilizando corrales de 15 m² con condiciones similares al del hábitat natural, en los que se realizaron seguimientos diarios de cuatro horas. Durante los seguimientos, se registró la frecuencia y duración de los comportamientos utilizando dos técnicas de observación, seguimiento continuo y escaneo. El esfuerzo total de muestreo fue de 640 horas para cada especie, distribuidas durante las 24 horas del día. Se determinó que *R.annulata* y *C.carbonaria* invierten gran parte del tiempo principalmente en actividades de mantenimiento. Se detectaron diferencias significativas entre los etogramas de estas especies (X^2 , 15.51, $p = 0.05$). Este trabajo de investigación es el primero en Colombia que intenta describir el comportamiento de tortugas terrestres, y proporciona información novedosa e inédita sobre la ecología del comportamiento de estas dos especies.

Palabras claves: Tortugas, Etograma, Comportamiento, Colombia

ABSTRACT

Turtles are most threatened group of vertebrate tetrapods in Colombia. According to the report of the (IUCN), more than half of the species in our country have some risk of disappearing. Two of these species, *Chelonoidis carbonaria* and *Rhinoclemmys annulata* are listed as threatened, being necessary to increase the knowledge available about its natural history, including behavioral patterns, to generate conservation strategies that can reduce the vulnerability of these species. This paper presents the results of a systematic analysis of daily activities performed by *R. annulata* and *C. carbonaria*, in order to establish a baseline Ethogram for each species. Monitoring work was carried out in a captivity conditions at the Cali Zoological Park, using 15 m² enclosures designed with the same habitat characteristics, in which were conducted daily monitoring of four hours. We recorded the frequency and duration of behaviors using two techniques of observation, continuous monitoring and scanning. The total sampling effort was 640 hours for each species, distributed over 24 hours a day. *C. carbonaria* and *R. annulata* spend most of the time mainly in maintenance activities. Significant differences between the ethograms constructed for these species was detected (X² 15.51, p = .05). This research is the first in Colombia to try to describe the behavior of a species of terrestrial turtle, and provides novel and unpublished information on the behavioral ecology of *R. annulata* and *C. carbonaria*

Key words: Turtles, Ethogram, Ethology, Colombia

INTRODUCCIÓN

Las tortugas constituyen el grupo de vertebrados tetrápodos más amenazado de Colombia de acuerdo con las listas oficiales de especies amenazadas de la UICN (2012). En Colombia han sido registradas 27 especies de tortugas continentales, incluidas en siete familias y 12 géneros (Castaño 2002), de las cuales el 40,7% se enfrentan al peligro de la extinción si no se adoptan medidas efectivas para su protección. (Páez *et al.* 2006).

Son muchas las causas que afectan la viabilidad de las especies de tortugas, destacándose la perdida y degradación de sus hábitats, la introducción de especies invasoras, la contaminación ambiental, enfermedades, sobreexplotación y factores de su biología como la lenta recuperación de las poblaciones y su madurez sexual tardía (Heppell 1998, Corredor *et al.* 2007, Mittermeier *et al.* 1992). Adicionalmente la falta de información de aspectos relacionados a su ecología e historia natural hacen aún más difícil definir estrategias efectivas de conservación, por lo que llenar vacíos de información acerca de estos aspectos es altamente prioritario para su conservación.

Dentro de los vacíos de información más comunes, se encuentran los aspectos relacionados con el comportamiento de las especies (Immelmann 1980). Este aspecto es esencial en la historia natural de las especies, ya que los estudios etológicos han sido empleados como herramientas técnicas específicas para fortalecer las estrategias de conservación de especies (Ruby & Niblick 1994). Estudiar el comportamiento de las tortugas en el entorno natural es altamente complejo, debido a su baja densidad o los hábitos particulares de cada especie, que pueden incluir el uso de ambientes acuáticos esporádica o permanentemente (Carpenter & Fergusson 1977).

En este sentido, esfuerzos de investigación específicos han logrado identificar y describir algunas pautas del comportamiento natural en especies de tortugas terrestres (Moskovits & Kiester 1987, Merchan 2002). Sin embargo, la mayor cantidad de información disponible en la literatura científica sobre los patrones de comportamiento de las tortugas proviene de estudios que se realizan en cautividad, los cuales proporcionan mejores detalles del comportamiento de los animales (Molina 1995).

Los estudios comportamentales en tortugas se han enfocado en ciertas características del comportamiento de estos animales y pocas son las publicaciones que presenten el análisis sistemático de los resultados de un estudio etológico completo en estos organismos (Gómez *et al.* 2002). En relación con estudios de comportamiento en tortugas del Neotropico, se destaca el trabajo desarrollado por Merchán (2002), quien construyó y analizó los etogramas completos de dos especies de tortugas del genero *Rhinoclemmys* en Costa Rica, infiriendo de esta manera el efecto del hábitat sobre la historia natural o incluso las relaciones filogenéticas previamente descritas de estas especies.

Dentro de las especies de tortugas terrestres de Colombia *Rhinoclemmys annulata* y *Chelonoidis carbonaria* cumplen una importante función en el proceso de dispersión de semillas en su rango de distribución ecológico, además son especies que se encuentran catalogadas como amenazadas en Colombia (Páez *et al.* 2012), por lo que se hace necesario establecer el patrón general de comportamiento como un elemento técnico que puede ser relevante para fortalecer las estrategias de manejo y conservación que se establezcan para estas especies por las autoridades competentes. En consecuencia, en este proyecto de investigación, se analizó y describió la información sobre el patrón de comportamiento que exhiben estas dos especies de tortugas terrestres en condiciones controladas, con el propósito de construir un etograma detallado de las actividades que rutinariamente realizan y evaluar si existen diferencias entre estas dos especies de tortugas de hábitos terrestres similares que comparten parte de sus rangos de distribución geográfico en Colombia.

MÉTODOS

Este estudio se realizó en las instalaciones del Zoológico de Cali que se encuentra ubicado en el municipio de Santiago de, Cali. El parque zoológico está al interior del Bosque Municipal, a orillas del río Cali, en la zona Oeste de la ciudad. El parque zoológico de Cali tiene una extensión de 25 hectáreas, de las cuales nueve están acondicionadas para las exhibiciones y servicios a los visitantes. De acuerdo con el sistema de Holdridge, el parque zoológico de Cali se encuentra en la zona de vida de Bosque Seco Tropical (bs-T), con temperatura promedio de 24,1°C y una humedad relativa promedio de 73%. Durante los meses de marzo, abril, mayo, octubre y noviembre, se registran los máximos de precipitación en la zona, mientras que diciembre y junio se consideran meses de transición, aunque esto ha variado con los cambios climáticos y el fenómeno del niño que afecta todo el país (Muñoz *et al.* 2007).

Especies de estudio

El género *Chelonoidis* en Colombia incluye las especies *C. carbonaria* y *C. denticulata*. *C. carbonaria* habita en zonas de bosque tropical seco en regiones que abarcan la cuenca del Amazonas, en el área comprendida entre Chocó, Norte de Santander, Orinoquía, incluso en las islas de Providencia (Castaño 2002). Se alimenta de frutos y flores del bosque, complementando su dieta con partes de plantas vivas y muertas, como hojas, raíces y hojarasca (Rueda *et al.* 2007). Dada la alta diversidad de frutos que consume, la capacidad de desplazamiento y la capacidad de retener semillas en su organismo, es considerada una especie dispersora muy efectiva e importante para su hábitat (Strong & Fangoso, 2006). El género *Rhinoclemmys* en Colombia incluye las especies *R. annulata*, *R. diademata*, *R. melanosterna*, y *R. nasuta*. *R. annulata*. Es la especie más terrestre de este género (Giraldo *et al.* 2012), aunque frecuentemente los individuos se posan sobre aguas superficiales y beben grandes cantidades de agua (Medem 1962). Pueden moverse en terreno irregular y con pendiente (Medem 1962, Acuña 1993). En Colombia se considera que habita en selvas tropicales, bosques ribereños y bosques secos hasta 1.000 m s.n.m. (Rueda *et al.* 2007). Aunque la información de *R. annulata* para Colombia es muy poca (Giraldo *et al.* 2012), esta especie es considerada estrictamente herbívora (Medem 1962). Los individuos se alimentan principalmente de plántulas o plantas menores de 20 cm de altura entre las cuales se han identificado helechos, plántulas de arbustos y lianas (Mittermeier 1971), por lo cual esta especie se considera como dispersora activa de semillas (Moll & Jansen 1995).

Método de toma de datos

El registro de datos se llevó a cabo durante seis meses consecutivos en las instalaciones del Parque Zoológico de Cali, en donde se prepararon dos corrales, cada uno de ellos de 15 m² (Fig.

1a). Cada especie se asignó a un corral en particular, colocando en su interior cinco individuos en iguales proporciones de género, dos hembras y tres machos. Las condiciones físicas en cada uno de los corrales fueron similares. El sustrato estaba compuesto principalmente por pasto, se adicionaron plántulas, matorrales y arbustos, y se establecieron dos sitios de abastecimiento de agua, garantizando las condiciones adecuadas de hábitat para los animales.

En cada uno de los corrales se realizaron observaciones de seguimiento continuo de cinco minutos para cada individuo siguiendo la metodología propuesta por Altman (1974) y una observación tipo escaneo (*scanning*) que consistió en hacer un registro completo de la actividad instantánea de todos los individuos presentes en el corral, al momento de finalizar cada uno de los periodos de observación de seguimiento continuo de cinco minutos. Adicionalmente se realizaron observaciones de *C. carbonaria* presentes en el corral de exposición, (Fig. 1b), haciendo seguimiento individual de todos los individuos presentes (siete machos y cuatro hembras) durante cinco minutos, en dos sesiones, una en la mañana y otra en la tarde. Todas las observaciones se realizaron a una distancia mínima de dos metros para evitar, en lo posible, modificar la conducta de las tortugas por la presencia del observador, y se realizaron durante el día y durante la noche. Aunque los registros de información se hicieron a partir de la observación directa de los individuos, también se realizaron filmaciones de las diferentes actividades para incrementar el detalle de las descripciones.

Se registraron las actividades de alimentación, apareamiento, descansos, estados agresivos, termorregulación, sonidos que realizaron y todo tipo de actividad particular que permitió conocer más acerca del comportamiento de estos animales en cautiverio. Se estandarizo cada registro considerando el tiempo asociado a cada actividad particular, utilizando técnicas descriptivas para representar de manera sinóptica los resultados del seguimiento para cada especie. Con base en esta información se realizó la comparación específica entre las especies utilizando tablas de

contingencia y se construyeron los gráficos de comportamiento o etogramas para cada especie considerando los grupos de comportamiento definidos por Merchán (2012) a partir de la funcionalidad que representa cada uno para el animal.

Los grupos de comportamiento considerados fueron: comportamiento de mantenimiento, termorregulación, exploración, locomotor, alimenticio, defensivo, social, nidificación, y vocalización. El grupo de comportamiento de mantenimiento consideró las siguientes pautas: totalmente retraída (Fig. 1c), de pie (Fig.1d), bombeo gular (Fig.1e) sobre otra tortuga (Fig. 1f), bostezar (Fig. 1g), echado con cabeza + 45° (Fig.1h), echado con cabeza -45°, echado con cabeza baja, rascarse, defecar, orinar. El grupo de termorregulación se relacionó con el control de la temperatura corporal y está conformado por solearse (Fig. 1i), (Fig. 1j), semi-sumergida, y un comportamiento que se denominó chapuzón y que solo se observó en *C.carbonaria*.

El comportamiento de búsqueda o exploración estuvo relacionado principalmente con la búsqueda de alimento, pero también se relaciona con el comportamiento defensivo, y considera las pautas de olisquear, examinar (Fig. 1k), explorar, e investigar. El comportamiento locomotor estuvo relacionado con los desplazamiento o actividades de locomoción que realizan los individuos en su entorno para diferentes actividades, y consideró las pautas de andar despacio (Fig. 1l), quedarse parada en el fondo del agua (Fig. 1m), andar normalmente, trepar (Fig. 1n), dejarse caer al agua, sumergirse, flotar, flotar con cabeza sumergida, y balanceo en el agua. El comportamiento alimenticio estuvo relacionado la actividad de alimentación y considera las pautas de morder alimento (Fig. 1ñ), desgarrar mediante retracción, desgarrar mediante extremidades (Fig. 1o), y tragar.

Los comportamientos defensivos se relacionaron con las actividades donde el animal intenta mantener su integridad física de algún posible agresor y está conformado por las pautas completamente defensivo, cabeza defensiva, detención súbita, retracción lenta, retracción rápida,

braceo defensivo .examinar amenaza (Fig. 1p), voltearse (Fig. 1q), patalear y elevación posterior. El comportamiento social estuvo relacionado con las actividades que desarrollan los individuos para interactuar con otros individuos, estando conformado principalmente por pautas relacionadas con la actividad del cortejo, considerándose el olisqueo exploratorio (Fig. 1r), apoyar barbilla, aproximarse a una hembra, balanceo de cabeza, intentar montar (Fig. 1s), montar hembra, copular, retener hembra, liberar hembra, alejarse de macho, mordisco de macho, cara a cara frontal, huir, perseguir, morder hembra durante cópula, y retraer cabeza en cópula. El comportamiento de nidificación está relacionado con la actividad de postura, y consideró las pautas de excavar nido (Fig. 1t), ovopositar y cubrir nido. Finalmente, el comportamiento de vocalización se relacionó con todos los sonidos que realiza el animal durante las diferentes actividades, y considera las pautas de bufar, vocalización durante la copula, desperezar.

Adicionalmente, se consideraron algunas pautas de comportamiento que fueron definidas a partir de las características particulares de actividad exhibidas por las especies de interés. Se consideraron tres niveles de bombeo gular (asociado al comportamiento de mantenimiento), como bombeo gular leve, cuando el individuo esta echado con cabeza a -45° y con muy poca actividad, generalmente el individuo ya está adecuándose para descansar, tiene una frecuencia de 10 a 15 por minuto o un bombeo cada tres a cuatro segundos. Bombeo gular rápido cuando el individuo está cortejando la hembra y en el momento de la copula va acompañado de vocalización durante la copula (cacareo) y tiene una frecuencia de 100 a 120 bombeos por minuto o dos a tres bombeos por segundos, y el bombeo gular normal durante actividades rutinarias como caminar, desplazamiento corto también, en los momentos de tomar el sol, y tiene una frecuencia de 60 bombeos en minuto o un bombeo por segundo.

El Chapuzón (asociado al comportamiento termorregulación), cuando la tortuga ingresa momentáneamente al agua, mete la cabeza puede o no tomar agua, permanece en el agua unos

pocos segundos y se retira, no intenta quedarse y sumergir su cuerpo en el agua. Fue la única actividad acuática que se observó en *C.carbonaria*. Desperezar (asociado al comportamiento vocalización), cuando la tortuga produce un ruido “*guu,guu*”, después de largos periodos de inactividad, estira sus extremidades y puede o no estar acompañado de un desplazamiento corto. Balanceo en el agua (asociado al comportamiento locomotor), cuando la tortuga estando en el agua apoya en algún punto sobresaliente la extremidad trasera o la cola, lo mismo hace con una extremidad delantera o la cabeza la cual utiliza para impulsarse y realizar movimientos suaves de adelante hacia atrás, generalmente está sola en el agua. Este comportamiento puede durar aproximadamente de 3 a 5 minutos, y repetirse varias veces mientras permanezca en el agua.

RESULTADOS

El esfuerzo total durante los seis meses de muestreo fue de 640 horas para cada especie del estudio, se realizaron muestreos nocturnos, con lo cual se observó que el pico máximo de actividad para *C. carbonaria* es a las 18:30 horas y para *R.annulata* fue a las 20:00 horas, después de estos horarios se dedicaban a descansar y cesaban todas sus actividades.

Categorías de comportamiento en *Chelonoidis carbonaria* y *Rhinoclemmys annulata*

En la tabla 1 se presenta el etograma general que describe los patrones de comportamiento de *C. carbonaria* y *R. annulata* en cautiverio. Para *C. carbonaria* se identificaron y registraron 66 pautas comportamentales las cuales se agruparon en nueve categorías funcionales de acuerdo al orden de relación que hay entre ellas y la funcionalidad que representan para el animal, estas se esquematiza en la (Fig. 2a). Con base en la técnica de seguimiento continuo se encontró que el mantenimiento ocupó el 73% de las actividades registradas, seguido de las pautas sociales con un

11%. Para la técnica de scanning la (Fig. 2b) se observó que mantenimiento presenta un 72 % seguido de la termorregulación con 14%.

Para *R. annulata* se identificaron y registraron 73 pautas comportamentales las cuales se agruparon en nueve categorías funcionales de acuerdo al orden de relación que hay entre ellas y la funcionalidad que representan para el animal, estas se esquematiza en la (Fig. 3a). Con base en la técnica de seguimiento continuo se encontró que el mantenimiento ocupó el 85% de las actividades registradas, seguido del comportamiento locomotor con un 7%. Para la técnica de scanning (Fig. 3b) se observó que mantenimiento presenta un 74% seguido de la termorregulación con 16%.

Al realizar una comparación entre los porcentajes de las categorías de comportamiento para las dos especies (Fig. 4), se encontró que aunque el mantenimiento ocupa el mayor tiempo, estas especies difieren principalmente en comportamientos relacionados con las actividades sociales y locomotoras ($X^2=15.51$, $p < 0,05$).

Análisis del comportamiento intracategorías

Se detectaron diferencias significativas intracategorías en las pautas de comportamiento identificadas para *C. carbonaria* y *R. annulata* en esta investigación (Tabla 2). Para el comportamiento locomotor *C. carbonaria* realizó actividades netamente terrestres como andar despacio (86 %), seguido de andar normalmente (7 %), mientras que en *R. annulata* realizó actividades principalmente acuáticas como sumergirse (27 %) y parado en el fondo (26%).

Para el comportamiento Búsqueda y exploración *C. carbonaria* invirtió el 47 % del tiempo para explorar-caminar-mirar, seguido por olfatear con el 32 %, y explorar de pie y examinar-echado-mirar 10 %, mientras que *R. annulata* invirtió el 42% del tiempo en examinar echado, seguido por explorar-caminar-mirar con el 31%, exploración de pie con el 16% y olfatear con el 11%.

Para el comportamiento de nidificación *C.carbonaria* invirtió el 45% del tiempo para cubrir nido, el 31% en escavar nido y el 24% en ovopositar, mientras que *R.annulata* solamente ovopositó (100%), ya que no exhibió pautas de actividades relacionadas con selección, preparación y mantenimiento de un nido.

El comportamiento alimentario en *C. carbonaria* estuvo dominado por tomar agua (38%), seguido de morder alimento (33%), tragar (24%) y desgarrar alimento con retracción (2%), mientras que en *R. annulata* el comportamiento alimentario estuvo dominado por la pauta morder alimento (64%), seguido de tragar (19%), desgarrar alimento con retracción (12%), dedicando a tomar agua solo el 3% del tiempo del comportamiento alimentario. Por otra parte las pautas que mayor tiempo invirtieron para el comportamiento de mantenimiento en ambas especies fueron ojos abiertos, seguido por la pauta bombeo gular, sin embargo *C.carbonaria* invirtió mayor tiempo en la pauta totalmente retraída (19%) mientras que *R. annulata* solamente estuvo el 12% del tiempo totalmente retraída.

Para el comportamiento social, *C.carbonaria* invirtió gran parte del tiempo en intentar montar (38%), seguido de alejarse del macho (30%) y montar hembra (9%), mientras que *R. annulata* invirtió la mayor parte del tiempo en olisqueo exploratorio (27%), apoyar barbilla (16 %), cortejo (9%) y morder hembra durante la copula (8%). Para el comportamiento defensivo *C. carbonaria* invirtió el 37% del tiempo en detención súbita, seguida por agresión (26%), cabeza defensiva (17%), completamente defensivo (6%) y voltearse (5%), mientras que *R. annulata* invirtió el 67 % del tiempo en cabeza defensiva, seguido de retracción lenta (16%), examinar amenaza (4%) y solamente el 4% en agresión.

Para el comportamiento termorregulador, *C. carbonaria* invirtió la mayor parte del tiempo en asolearse (98%), seguido por chapuzón (2%), mientras que *R. annulata* invirtió el 68% del tiempo en asolearse y el 34% del tiempo en chapuzón. En cuanto al comportamiento vocalización

C. carbonaria vocalizó principalmente durante la copula (94%) mientras que *R. annulata* no realizó vocalización.

DISCUSIÓN

En términos generales un etograma resume comparativamente los comportamientos básicos presentados por una especie, e incorpora las actividades generales que un organismo realiza cotidianamente. Aunque *C. carbonaria* y *R. annulata* son catalogadas como especies terrestre (Gallego-García *et al.* 2012, Giraldo *et al.* 2012), *R. annulata* presentó una alta preferencia por realizar actividades acuáticas, probablemente relacionado con el componente filogenético previo por parte de sus antepasados, ya que las especies basales de este género se consideran acuáticas (Carr 1991). De acuerdo con este mismo autor, la presencia del género *Rhinoclemmys* en Centroamérica permite plantear que si este género no es netamente acuático, posiblemente haya desarrollado comportamientos propios para este ambiente con el propósito de poder movilizarse a través del istmo de panamá, lo que también explicaría el por qué *R. annulata* presentó este comportamiento altamente acuático en el presente estudio.

Es importante mencionar que cuando la comida y espacio de vida son limitadas, algunos comportamientos pueden no expresarse de la manera que se expresarían en un ambiente natural. En este sentido, bajo condiciones de cautiverio el comportamiento alimenticio se ve altamente influenciado por las condiciones de enriquecimiento ambiental, lo cual permite extender el tiempo de actividad y aumentar la variedad de conductas en animales que se encuentran bajo estas condiciones de hábitat (Swaigood *et al.* 2001). Esta condición se evidenció en el comportamiento alimenticio por parte de *C. carbonaria*, ya que en el corral en exposición que estaba con más enriquecimiento, se observó que los animales aprovecharon para comer pasto mientras desarrollan otras actividades como solearse o caminar lentamente, mientras que en el

corral del estudio inicial que no contaba con buen enriquecimiento hacía que las actividades de alimentación fuera limitada al horario y disponibilidad de comida, por parte del cuidador del zoológico.

De acuerdo con Fiennes (1966), incluso el horario fisiológico se encuentra alterado en animales en cautiverio, ya que bajo estas condiciones el acceso al recurso alimentario dependerá totalmente de la oferta del alimento procesado por parte del cuidador del zoológico. Este autor y Jiang *et al.* (2001), también plantean que el comportamiento en animales en cautiverio, condicionados con base en la oferta de recurso alimentario, podría ser dócil y expresar condiciones de domesticación, que limitan las conductas exhibirían las especies en el ambiente natural, incluidas las conductas defensivas. Esta condición fue sobresaliente en *C.carbonaria*, cuyos individuos no expresaron comportamientos defensivos ante la presencia humana, si no que al parecer esta representaba para estos animales la obtención de comida, por lo cual se observó que los cuidadores eran rodeados por los animales cuando estos entraban a los corrales. Este comportamiento no se observó en *R. annulata*, especie que expreso diferentes comportamientos defensivos ante la presencia humana en el corral, y además, invirtió una mayor proporción de tiempo en obtener alimento de fuentes adicionales a la oferta del cuidador del zoológico, como las plántulas presentes en el corral y durante las fuertes lluvias las cuales aprovechaban para alimentarse en los charcos que se formaban.

Algunas de las pautas de comportamiento descritas en este trabajo fueron exclusivas para una especie en particular. Por ejemplo el balanceo en el agua fue exclusivo para *R. annulata*. Esta fue una actividad que se registró a cualquier hora del día, independiente de la temperatura ambiental y que además no estuvo relacionado con ninguna otra actividad. Probablemente, podría ser considerada una actividad “pasiva” por parte de *R. annulata* toda vez que no provoca desgaste

físico importante, pero si podría generar algo de calor sin necesidad de alejarse del agua, ya que estas tortugas puede permanecer hasta por seis horas en el agua. Por otra parte, en *C.carbonaria* la frecuencia del bombeo gular fue altamente variable y estuvo directamente relacionado con la intensidad de la actividad que estuviera realizando, toda vez que esta actividad permite una mayor oxigenación al organismo.

En conclusión, los patrones de actividad exhibidos por *C. carbonaria* y *R. annulata* fueron significativamente diferentes, a pesar de que son especies que ocupan el mismo tipo de hábitat y cumplen la misma función ecológica en el ecosistema. Este trabajo de investigación es el primero en Colombia que intenta describir el comportamiento de una especie de tortuga terrestre, y proporciona información novedosa e inédita sobre la ecología del comportamiento de *C. carbonaria* y *R. annulata*.

AGRADECIMIENTOS

A Alan Giraldo, director del trabajo de grado, por brindarme la oportunidad de formar parte de su equipo de trabajo, y por su asesoría y orientación académica. A Mario Garcés y Carlos Galvis por su valioso apoyo e invaluable sugerencias para el desarrollo práctico de esta investigación. Al parque Zoológico de Cali, por facilitar las instalaciones y los especímenes necesarios para realizar la fase de monitoreo.

A mi madre y hermanos por apoyarme y creer en mí, y por brindarme todo su apoyo incondicional durante toda mi carrera. A mi esposa por su apoyo incondicional, su paciencia y gran amor que me dio y me sigue brindando. A mi hija, más que un agradecimiento, quiero dedicarle este trabajo ya que ella representa para mí, la presencia de DIOS en mi vida, las ganas de vivir y de tener un futuro promisorio en compañía de mi hija y mi esposa.

LITERATURA CITADA

Altman, J 1974, 'Observational studies of behavior: sampling methods', Behaviour 50, 227-267.

Carpenter, CC & GW Ferguson 1977, Variation and evolution of stereotyped behavior in reptiles.

En: C. Gans & DW Tinkle (Eds.), *Biology of reptilia: ecology and behavior*. Academic Press, London, pp 335-554.

Carr, JL 1991, 'Phylogenetic analysis of the neotropical turtle genus *Rhinoclemmys* Fitzinger (Testudines: Emydidae)', Tesis Doctoral, Southern Illinois University, Carbondale, Illinois. 290 pp.

Castaño, OV 2002, *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia, Bogotá, Colombia, 160 pp.

Corredor, LG, GC Kattan, AR Galvis & D Amorocho 2007, *Tortugas del Valle del Cauca*, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, Cali, Colombia, 74 pp.

Fiennes, R 1966. *Feeding animals in captivity*. International Zoo Yearbook 6: 58–67. Verificar si es revista o que

Gallego, N, GA Cárdenas & OV Castaño 2012, '*Chelonoidis carbonaria*', Pp. 406-411, En: Páez, VP, MA Morales, CA Lasso, OV Castaño & B Bock (Eds), *Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D.C., Colombia.

- Giraldo, A, JL, Carr & MF, Garcés 2012, '*Rhinoclemmys annulata*'. Pp. 300-304. En: Páez, VP, MA Morales, CA Lasso, OV Castaño & B Bock (Eds), *Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D.C., Colombia.
- Gómez, MF, Gutiérrez, A, Gómez M, Montenegro, A, Rivera, D, Vaca, R, Morreen, L Rodríguez 2002, *Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas y Continentales en Colombia*, Imprenta Nacional Primera edición: pág. 11-12.
- Gray, JE 1860, *Description of a new species of Geoclemmys from Ecuador*, Proceedings of the Zoological Society of London 1860: 231–232.
- Heppell, SS 1998, *Application of life-history theory and population model analysis to turtle conservation*, Copeia 1998: 367- 375.
- Immelmann, 1980, *Measuring Behavior, an Introduction Guide*, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, Juvenile mud turtle *Kinosternon scorpioides*, Herp. Rev, 18: 7-8.
- Jiang, ZG, CW, Li, JJ, Pengand, HJ, Hu 2001, '*Structure, elasticity and diversity of animal behavior (in Chinese with English abstract)*', Chinese Biodiversity 9:265–274.
- Medem, F 1962, '*La distribución geográfica de los Crocodylia y Testudinata en el departamento del Chocó*' *Revista de la Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales*, 11 (44): 279-303.
- Merchan, Emanuel 2002, *Contribución al conocimiento de la Biología de la tortuga negra (Rhinoclemmys funerea) y la tortuga roja (R. Pulcherrima manni) en costa rica*, Madrid, (177-250).306.

- Mittermeier, RA 1992, *A new species of marmoset, genus Callithrix Erxleben, 1777* (callithrichidae). Pri Geldiana Zoologia 14: 1-17.
- Mittermeier, RA 1971, 'Notes on the behavior and ecology of *Rhinoclemmys annulata*. Herpetologica' 27: 485-488.
- Molina, FB 1995, '*Observation of Reproductive Biology and Behavior of Trachemys dorbignyi in Captivity (Reptilia, Testudines, Emydidae)*'. PhD dissertation, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Moll D, & KP, Jansen 1995, 'Evidence for a role in seed dispersal by two tropical herbivorous turtles'. *Biotropica* 27: 121-127.
- Moskovits, D & A, Kiester 1987, '*Activity levels and ranging behaviour of the two Amazonian tortoises, Geochelone carbonaria and Geochelone denticulata, in north-western Brazil*'. *Functional Ecology*. 1, 203-214.
- Muñoz, MK. Fierro & HF, Rivera 2007, *Las aves del campus de la Universidad del Valle, una isla verde urbana en Cali, Colombia*. Ornitología Colombiana 5: 5-20
- Páez, VP, A, Restrepo, M, Vargas, RB, C, Bock & N, Gallego 2012, *Podocnemis lewyana*. En: Páez, VP, MA Morales, CA Lasso, OV Castaño & B Bock (Eds), *Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Bogotá, D.C., Colombia.
- Páez, VP, Restrepo, IA, Bock, BC, López, OC 2006, 'Efecto de la cosecha sobre la estructura demográfica y genética de dos especies de tortugas continentales'. Memorias II Congreso Colombiano de Zoología. Santa Marta, Colombia.

- Rueda, AJ, JL, Carr, RA, Mittermeier, JV, Rodríguez, MRB, Mast, RC, Vogt, AG, J, Rhodin, J, De La Ossa, VJ, N Rueda & CG, Mittermeier 2007, 'Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico'. Serie de guías tropicales de campo No 6. Conservación Internacional. Bogotá. 538 pp.
- Ruby, DE, & Niblick, HA 1994, 'A behavioral inventory of the desert Tortoise: development of an ethogram'. Herpetol. Monogr., 8: 88-102.
- Spix, JB, Von 1824, Animalia nova; sive, Species novae *Testudinumet Ranarum*, quas in itinere per *Brasiliamannis* 1817-20 collegit et descripsit. FS. Hübschmann, Múnich, Alemania. 53 pp.
- Strong, JM & JMV, Fragoso 2006, 'Seed dispersal by *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulate* in northwestern Brazil'. *Biotropica*, 28: 683-686.
- Swaigood, RR, AM, White, XP, Zhou, HM, Zhang, GQ, Zhang, RP, Wei, VJ, Hare, EM, Tepper, & DG, Lindburg 2001, 'A quantitative assessment of the efficacy of an environmental enrichment programme for giant pandas'. *Animal Behaviour* 61:447-457.

Tabla 1. Etograma comparativo (% de tiempo) para *Cheonoidis carbonaria* y *Rhinoclemmys annulata* en condiciones de cautiverio

Comportamiento	Evento/Estado	C. carbonaria	R. annulata
Locomotor	Balanceo en el agua (evento)	0.0	0.1
	Andar despacio (evento)	1.9	1.3
	Trepar (evento)	0.1	0.5
	Correr (evento)	0.0	0.0
	Andar normalmente (evento)	0.2	0.2
	Flotar (estado)	0.0	0.2
	Flotar cabeza arriba (estado)	0.0	0.1
	Flotar con bombeo gular (estado)	0.0	0.5
	Flotar con cabeza sumergida (estado)	0.0	0.2
	Sumergirse (evento)	0.0	2.0
	Nadar (evento)	0.0	0.1
	Parado en el fondo cabeza afuera (evento)	0.0	1.9
Búsqueda y exploración	Olfatear (evento)	0.4	0.1
	Examinar echado mira (evento)	0.1	0.5
	Exploración de pie mira (evento)	0.1	0.2
	Explorar camina mira (evento)	0.6	0.4
Nidificación	Cubrir nido (evento)	0.1	0.0
	Escavar nido (evento)	0.1	0.0
	Ovopositar (evento)	0.1	0.0
Alimentación	Desgarrar alimento con retracción (estado)	0.1	0.1
	Desgarra con extremidades (estado)	0.0	0.0
	Morder alimento (evento)	1.7	0.3
	Tomar agua (estado)	1.9	0.0
	Tragar (evento)	1.2	0.1
Mantenimiento	Bombeo gular	11.8	16.2
	Bostezar (evento)	0.1	0.1
	De pie (estado)	1.3	1.4
	Defecar (evento)	0.1	0.0
	Descansar (estado)	0.2	0.2
	Echado 45 ° (estado)	8.2	9.1
	Echado 45 ° (estado)	2.2	4.8
	Echado cabeza abajo (estado)	1.9	2.0
	Rascarse (evento)	0.0	0.0
	Sin bombeo gular	1.1	0.2
	Sobre otra tortuga (estado)	1.7	2.0
	Totalmente retraída (estado)	14.2	10.2
	Ojos abiertos	28.7	37.5

	Ojos cerrados	1.4	1.9
Comportamiento social	Alejarse del macho (evento)	3.2	0.0
	Apoyar barbilla (evento)	0.8	0.2
	Aproximarse al otro sexo (evento)	0.3	0.0
	Balanceo de cabeza (evento)	0.2	0.0
	Cara a cara frontal (evento)	0.1	0.0
	Copular (evento)	0.1	0.0
	Cortejo en el agua (evento)	0.0	0.2
	Cortejo (evento)	0.2	0.1
	Dejarse caer al agua (evento)	0.0	0.2
	Huir (evento)	0.0	0.0
	Intentar montar (evento)	4.1	0.0
	Liberar hembra (evento)	0.0	0.0
	Montar hembra (evento)	1.0	0.0
	Montar otro macho (evento)	0.1	0.0
	Morder (evento)	0.3	0.0
	Morder hembra durante la copula	0.0	0.1
	Morder machos mientras copula	0.0	0.0
	Olisqueo exploratorio (evento)	0.1	0.4
	Perseguir (evento)	0.1	0.0
	Retener hembra (evento)	0.0	0.0
Defensivo	Agresión (evento)	0.5	0.0
	Cabeza defensiva (evento)	0.3	0.5
	Completamente defensivo (estado)	0.1	0.0
	Detención súbita (evento)	0.6	0.0
	Examinar amenaza (evento)	0.0	0.0
	Mordiscos (evento)	0.0	0.0
	Patalear (evento)	0.1	0.0
	Retracción rápida (evento)	0.0	0.0
	Retracción lenta (evento)	0.1	0.1
	Voltearse (evento)	0.1	0.0
Termorregulación	Solearse (estado)	5.1	2.1
	Semi-sumergida (estado)	0.1	1.1
Vocalización	Vocalización en la copula (evento)	0.9	0.0
	Bufar (evento)	0.1	0.0

Tabla 2. Resultado del análisis de contingencia intracategorías de comportamiento para *C. carbonaria* y *R. annulata* bajo condiciones de cautiverio en el parque Zoológico de Cali.

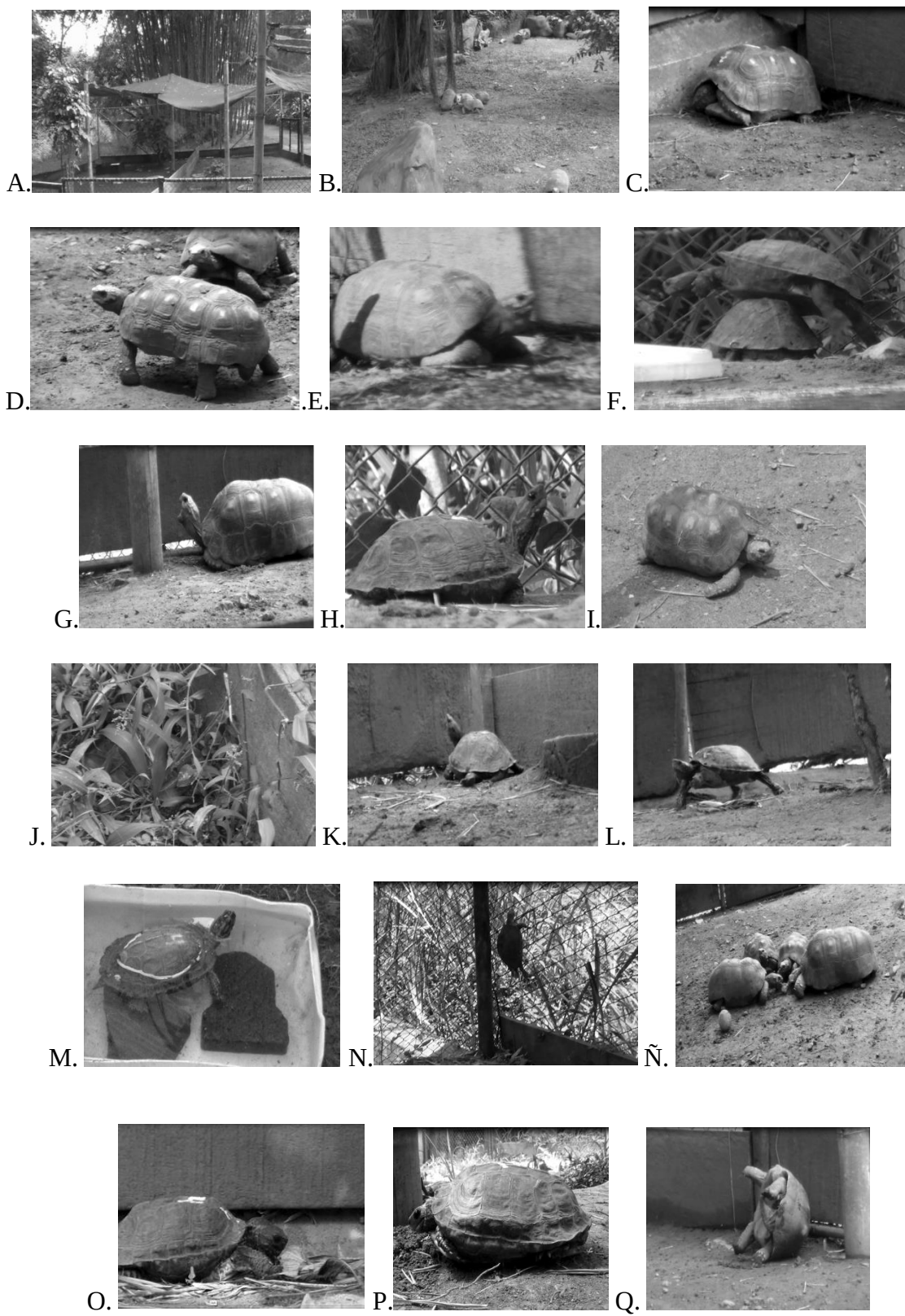
Comportamiento	X^2	Gl	p
Locomotor	19.7	11	0.049
Búsqueda y exploración	7.8	3	0.050
Alimentario	9.5	4	0.049
Mantenimiento	22.4	13	0.049
Social	31.4	20	0.050
Defensivo	16.9	9	0.050
Termorregulación	3.8	1	0.050
Vocalización	3.8	1	0.050
Nidificación	5.9	2	0.050

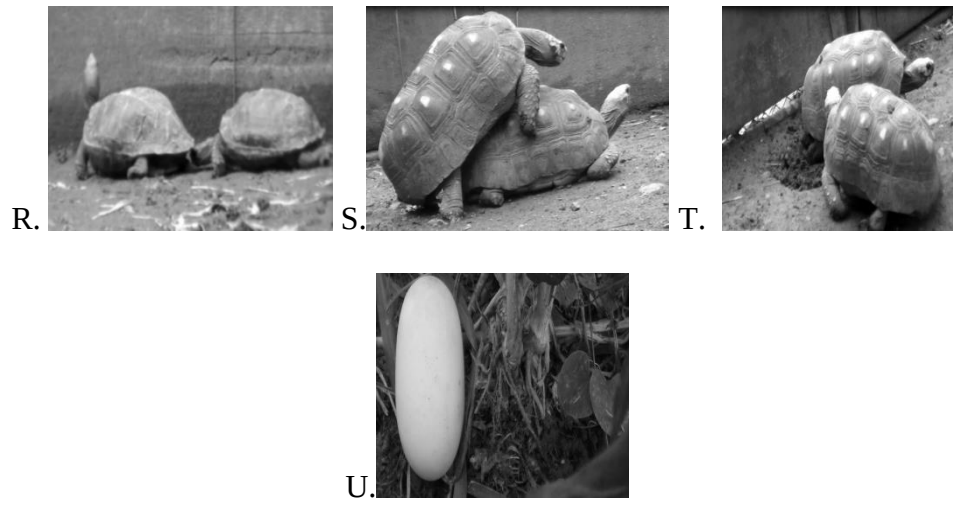
Figura 1. (a). Corral de estudio uno de *C.carbonaria* y *R.annulata* donde se hallaban separadas, (b). Sitio de estudio dos para *C.carbonaria* ubicado en exhibición permanente del zoológico de Cali. (c) pautas totalmente retraídas de individuo *C.carbonaria*, (d) de pie de individuo de *C.carbonaria* .(e) bombeo gular de individuo de *C.carbonaria* (f) sobre otra tortuga en individuos de *R.annulata* (g) bostezar de individuo de *C.carbonaria* (h) echado con cabeza a +45° de individuo de *R.annulata* (i) solear de individuo de *C.carbonaria* (j) solear de individuo *R.annulata* (k) examinar de individuo de *R.annulata* (l) caminar de individuo de *R.annulata* (m) parado en el fondo individuo *R.annulata* (n) trepar individuo *R.annulata* , (ñ) pautas comer individuos de *C.carbonaria* (o) desgarrar mediante extremidades individuo *R.annulata* (p) examinar amenaza individuo *R.annulata* (q) voltearse individuo *C.carbonaria* (r) olisqueo exploratorio, de individuo *R.annulata* (s), montar hembra, de individuo *C.carbonaria* (t) excavar nido de individuo *C.carbonaria* (u) huevo de *R. annulata* puesto durante el mes de marzo 2013

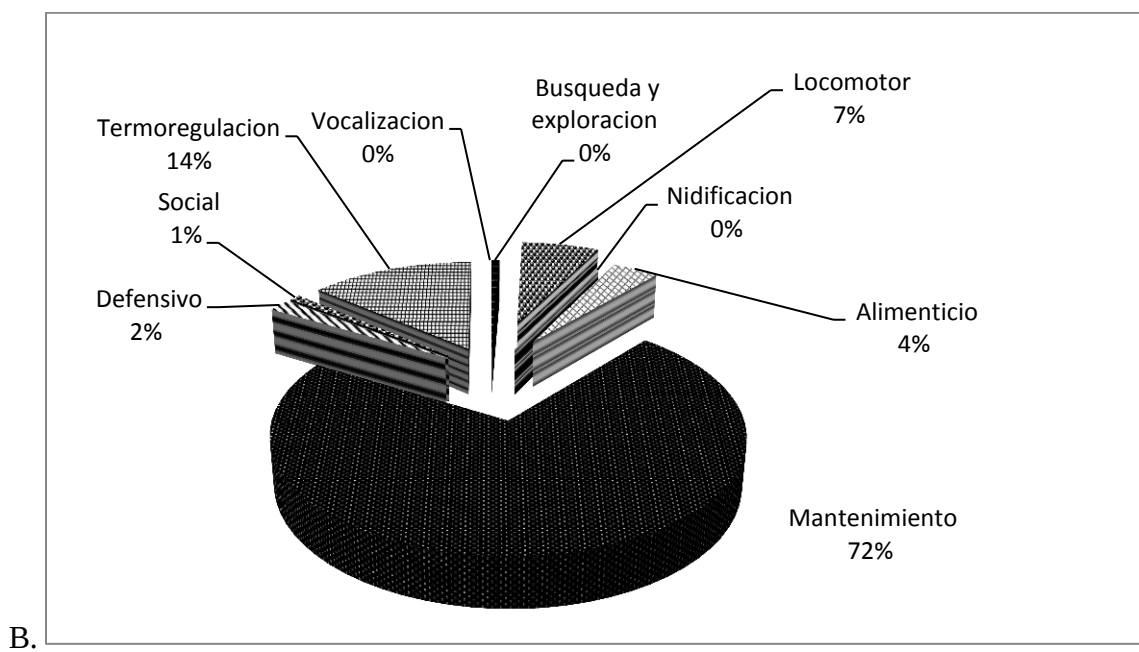
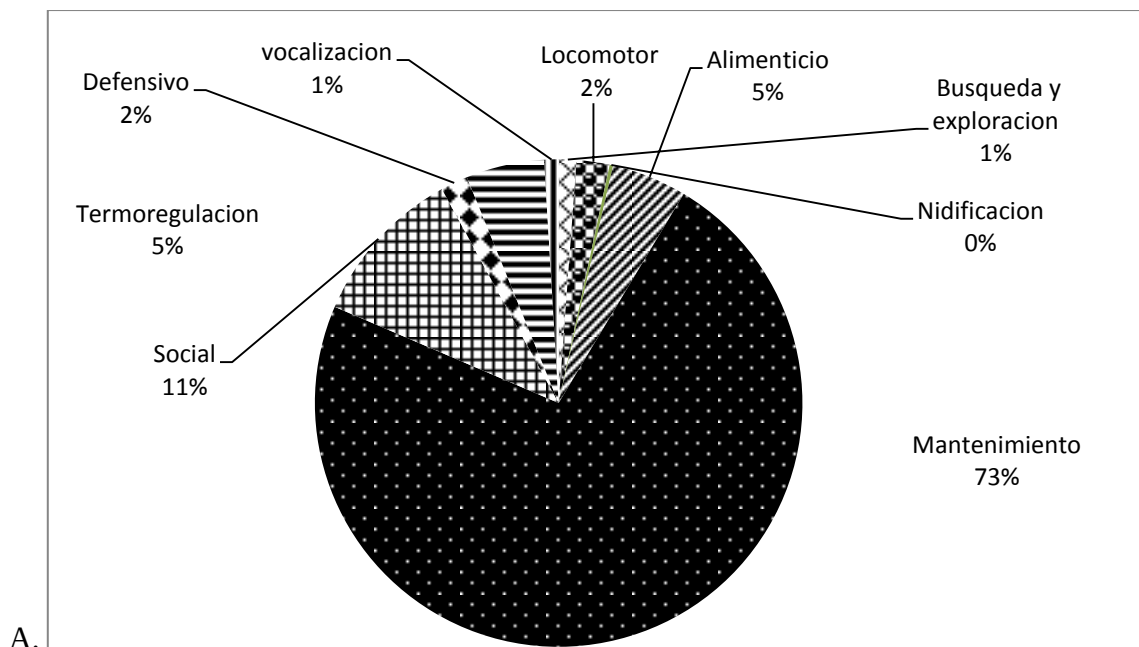
Figura 2 (a). Categorías comportamentales en *C.carbonaria* método seguimiento continuo b. categorías comportamentales en *C.carbonaria* método Scanning.

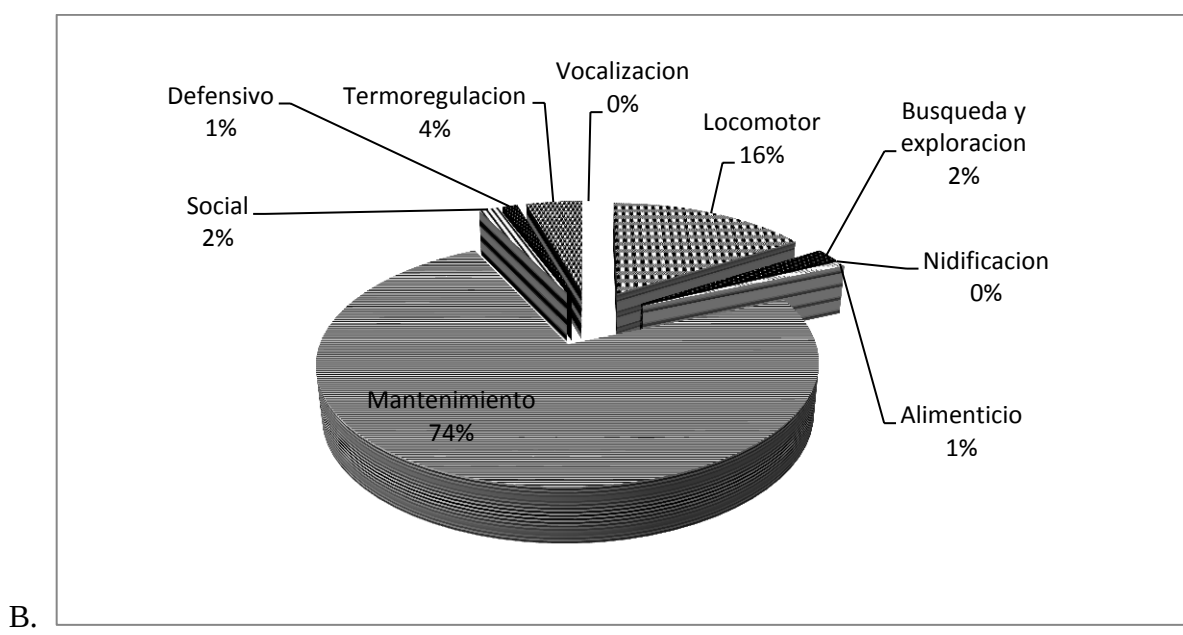
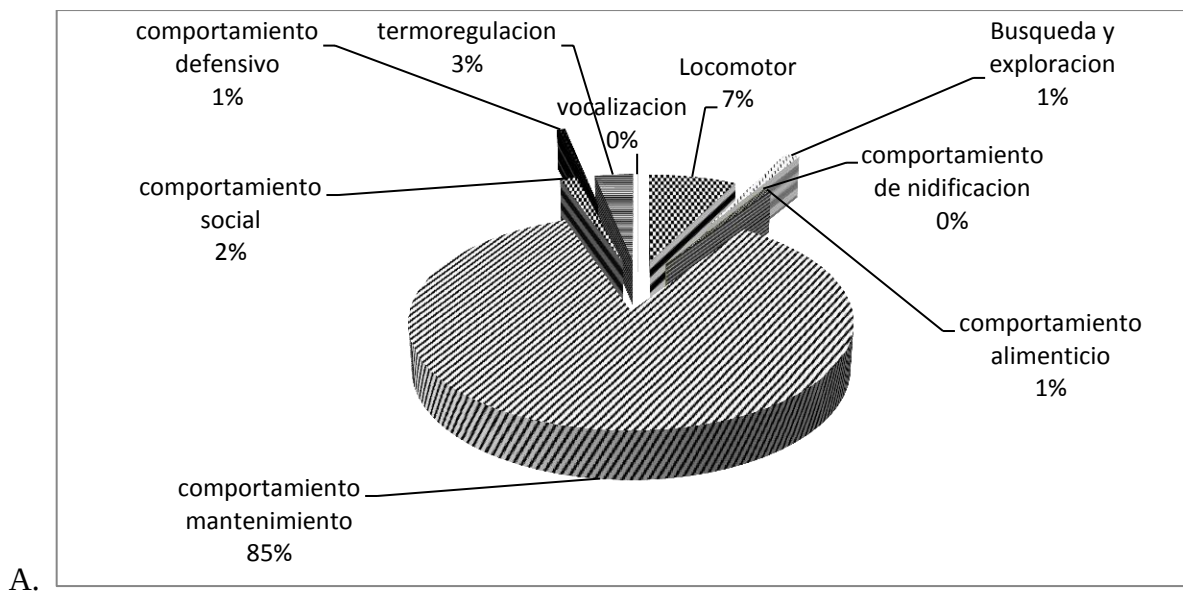
Figura 3(a). Categorías comportamentales en *R.annulata* método seguimiento continuo (b). Categorías comportamentales en *R.annulata* método Scanning.

Figura 4. Comparación de pautas comportamentales entre *C.carbonaria* y *R. annulata* con el método seguimiento continuo.









A.

